

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-134484

(P2002-134484A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	B 4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/458		C 2 3 C 16/458	5 F 0 4 5
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願2000-318994(P2000-318994)

(22) 出願日 平成12年10月19日 (2000.10.19)

(71) 出願人 000227973

日本エー・エス・エム株式会社
東京都多摩市永山6丁目23番1

(72) 発明者 佐藤 清志

東京都多摩市永山6丁目23番1 日本エー・
エス・エム株式会社内

(72) 発明者 荒井 宏貴

東京都多摩市永山6丁目23番1 日本エー・
エス・エム株式会社内

(74) 代理人 100069899

弁理士 竹内 澄夫 (外1名)

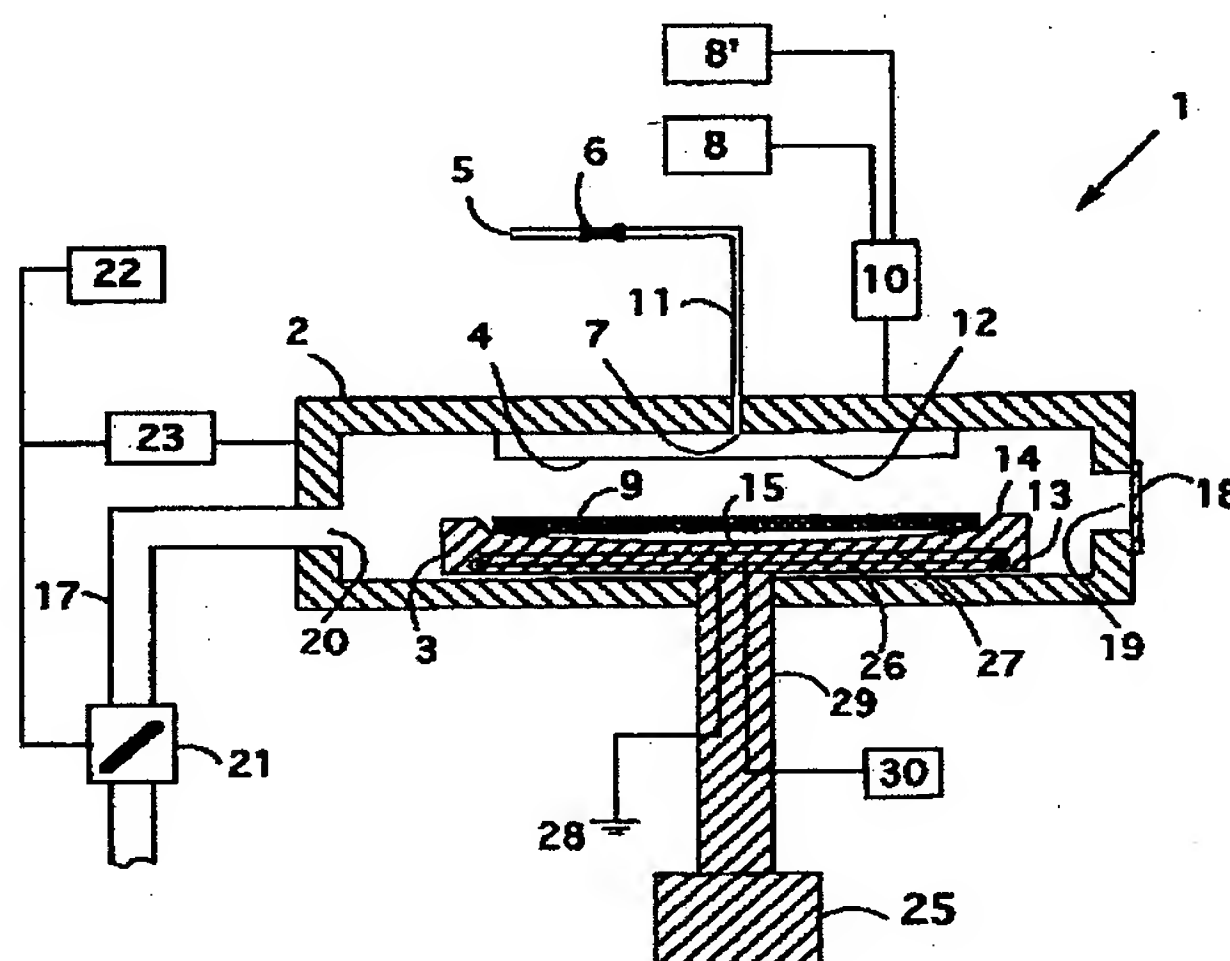
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体基板保持装置

(57) 【要約】

【課題】 基板の反り若しくは歪みが生じず膜厚の均一な膜が成膜される基板保持装置を与える。

【解決手段】 真空排気された反応チャンバ内で半導体基板を保持しかつ加熱する半導体基板保持装置が与えられる。当該半導体基板保持装置の基板保持面上には周辺部から中心方向へ向かって傾斜する窪みから成る凹部が設けられ、半導体基板は裏面周縁部分のみが凹部の傾斜面と接触した状態で保持され、凹部はその中心と半導体基板との間隔が所定の距離となるように形成される。凹部の傾斜面は好適には球面の一部から成るが円錐面から成ることもできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】真空排気された反応室内で半導体基板を保持しかつ加熱する半導体基板保持装置であって、基板保持面上には周辺部から中心方向へ向かって傾斜する窪みから成る凹部が設けられ、前記半導体基板は裏面周縁部分のみが前記凹部の傾斜面と接触した状態で保持され、前記凹部はその中心と前記半導体基板との間隔が所定の距離となるように形成されるところの装置。

【請求項2】請求項1に記載の装置であって、前記傾斜面は球面の一部であるところの装置。

【請求項3】請求項1に記載の装置であって、前記傾斜面は円錐面であるところの装置。

【請求項4】請求項1に記載の装置であって、前記凹部は傾斜部と平坦部とから成るところの装置。

【請求項5】請求項1に記載の装置であって、前記所定の間隔は0.05mm〜0.3mmであるところの装置。

【請求項6】請求項1に記載の装置であって、さらに前記凹部の下方に発熱体が埋設されているところの装置。

【請求項7】請求項6に記載の装置であって、さらに前記凹部の下方であって前記発熱体の上方に高周波電極を形成する金属体が埋設されているところの装置。

【請求項8】請求項1に記載の装置であって、さらに表面周辺部においてリング状に突起したリップ部を有するところの装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は真空排気された反応室内で半導体基板を保持しかつ加熱する半導体基板保持装置に関し、特に半導体基板を保持する表面形状に特徴を有する半導体基板保持装置に関する。

【0002】

【従来技術】従来、CVD装置によって、シリコン基板上若しくはガラス基板上に、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、アモルファスカーボン若しくはベンゼン環含有重合体などの絶縁膜、タングステンシリサイド、チタンナイトライド若しくはアルミニウム合金等の導体膜及びPZT($\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$)若しくはBST($\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$)等を含む高誘電膜が形成されてきた。

【0003】これらの膜を形成するために、一般に減圧熱CVD法とプラズマCVD法が使用されている。しかし、減圧熱CVD法では半導体基板を700℃以上の高温に晒すため熱負荷により半導体素子の電気特性が変化し設計通りに動作しないという問題が生じている。近年の半導体デバイスの高集積化に伴い熱負荷の問題は益々深刻となっている。そこでより低温で半導体基板を処理することで基板への熱負荷を低減させるプラズマCVD法が主流になってきている。

【0004】一般的にプラズマCVD装置では300℃から650℃に加熱されたセラミックヒータにより基板は約250℃から600℃に加熱保持される。セラミックヒータは基板

を直接保持するサセプタを兼ねている。セラミックヒータは窒化アルミニウム(AlN)から成る基体中に抵抗発熱体及び高周波電極を埋設したものである。高周波電極は半導体基板と直接接触するヒータ上部表面から約数百〜数千μmの位置に埋設されている。

【0005】従来、セラミックヒータの表面形状に関して以下のようなものが報告されている。米国特許番号第5231690号、米国特許番号第5968379号及び特開2000-114354には、セラミックヒータ表面と基板裏面とが完全に接触するよう表面が平滑に仕上げられたセラミックヒータが開示されている。これによれば熱はセラミックヒータから基板に効率的に伝導される。一方、米国特許番号第5306895号、特許第2049039号及び特開平7-238380には、セラミックヒータ表面に基板直径より小さい口径の凹部を形成し基板裏面とセラミックヒータとの接触を基板裏面周縁部でのみ行うというセラミックヒータが開示されている。これによればセラミックヒータから基板への熱伝導を基板周縁部からのみ行うため基板周縁部の低温化が防止される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】表面が平滑に仕上げられたセラミックヒータの場合、基板がセラミックヒータ表面に載置された直後にセラミックヒータから基板裏面へ急速に熱が流入するため、基板裏面のみが膨張し反りが生じる。反りによってセラミックヒータからの熱伝導は急激に小さくなる。基板の反りが解消して平坦になるまで数分間を要し、基板が所望の温度に達するにはさらに数分間を要する。この結果基板がセラミックヒータに載置されてから成膜処理を開始するまでに時間が掛かり枚葉式の半導体製造装置の場合生産性が著しく低下する。基板の加熱時間を短くすると、基板は所定の反応温度に達しない状態で膜が形成されるため設計通りの性質の膜が得られない。基板が反った状態でプラズマ放電を開始し成膜処理を行うと放電空間内で突出している基板周縁部にプラズマエネルギーが集中してしまい基板全体にわたって膜厚が不均一になる。

【0007】一方、表面に基板直径より小さい口径の凹部を形成したセラミックヒータの場合、基板への熱伝導は基板の周縁部裏面のみから生じることから基板への熱流入速度を小さくできるので基板の反りは解消される。しかし、凹部の口径が小さい場合、セラミックヒータ表面と基板裏面とが接触する面積が大きくなり接触している部位が局所的に急速に加熱されて熱膨脹する。その結果基板が全体的に歪んだ形に変形する。逆に凹部の口径が大きく基板直径に近づくと基板裏面が急速に加熱されることは無くなるが、セラミックヒータの凹部に基板の端部が落ちてしまう危険性がある。基板搬送時の位置ずれ等によって基板がセラミックヒータの中心からずれた位置に載置されると凹部内に基板の一端が落ち込み対向端が上方に突出して傾斜した状態となってしまう。この

状態でプラズマ処理を開始すると異常なプラズマエネルギーの集中（いわゆるアーク）が生じ、正常なプラズマ放電が維持できなくなり基板上には膜厚が不均一で性質の異常な膜が形成される。

【0008】したがって本発明の目的は、基板の反り若しくは歪みが生じず膜厚の均一な膜が成膜される基板保持装置を与えることである。

【0009】また本発明の他の目的は、半導体基板を急速に所望の温度まで加熱し半導体製造装置の生産性を高める基板保持装置を与えることである。

【0010】さらに本発明の他の目的は、プラズマの異常放電を防止しプロセス的に安定な成膜処理を与える基板保持装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る半導体基板保持装置は以下の手段から成る。

【0012】真空排気された反応室内で半導体基板を保持しかつ加熱する半導体基板保持装置は、基板保持面上に周辺部から中心方向へ向かって傾斜する窪みから成る凹部が設けられ、半導体基板は裏面周縁部分のみが凹部の傾斜面と接触した状態で保持され、凹部はその中心と半導体基板との間隔が所定の距離となるように形成される。

【0013】好適には、凹部の傾斜面は球面の一部であるが、円錐面であってもよい。

【0014】具体的には、凹部の中心と半導体基板との所定の間隔は0.05mm～0.3mmである。

【0015】好適には、半導体基板処理装置は表面周辺部においてリング状に突起したリップ部を有する。

【0016】

【発明の実施の態様】以下、本願発明を図面とともに説明する。

【0017】図1は本発明に係る基板保持装置を含むプラズマCVD装置の好適実施例の断面略示図である。半導体基板上に薄膜を形成するためのプラズマCVD装置1は、反応室2と、該反応室2内にあって半導体基板9を載置するためのセラミックヒータ3と、該セラミックヒータ3に対向して設置され、半導体基板9に反応ガスを均一に噴射するためのシャワーヘッド4と、反応室2内部を排気するための排気口20とから成る。

【0018】反応室2の側面には開口部19が設けられており、当該反応室2はゲートバルブ18を介して半導体基板9を搬入及び搬出するための搬送室（図示せず）と接続されている。

【0019】反応室2内にあって、半導体基板9を載置するためのセラミックヒータ3は焼結製作されたセラミック基体13から成る。セラミック基体13の素材としては、フッ素や塩素系の活性種に耐久性をもった窒化物若しくは酸化物のセラミックが挙げられる。セラミック基体13

は好適には窒化アルミニウムから成るが、酸化アルミニウムまたは酸化マグネシウムであっても良い。後に詳細に説明するように、セラミックヒータ3の表面14は周辺部から中心部にかけて傾斜する窪みから成る凹部15を形成する。基板9はその裏面周縁部がセラミックヒータ3の凹部15の傾斜面と線接触した状態で保持される。凹部15はその中心と半導体基板9との間隔が所定の距離となるように形成される。セラミックヒータ3は支持体29を介して当該セラミックヒータ3を上下に移動するための駆動機構25に接続されている。

【0020】セラミックヒータ3の内部には抵抗発熱型の発熱体26が埋設されており外部電源（図示せず）及び温度制御器30と接続されている。発熱体26は温度制御器30によってセラミックヒータ3を所望の温度（300℃から650℃）で加熱するよう制御される。発熱体26の素材としては高融点金属であるタングステンが好適である。

【0021】セラミックヒータ3の表面と発熱体26との間にはプラズマ放電電極を画成する網状またはメッシュ状の平坦な金属体27が埋設されている。好適には該金属体27は接地28されているが、高周波電源に接続されることもできる。金属体27の素材としては高融点金属であるタングステンが好適であるがモリブデンであってもよい。

【0022】反応室2内にあって、上記セラミックヒータ3と対向する位置にシャワーヘッド4が設置されている。該シャワーヘッドの下面12には反応ガスを基板9に噴出するための数千個の細孔（図示せず）が設けられている。当該シャワーヘッド4は好適には整合回路10を介して高周波発振器（8、8'）と電気的に接続されているが金属体27に高周波電源を接続する場合には接地されている。シャワーヘッド4は、プラズマ放電のもう一方の電極を画成する。高周波発振器（8、8'）は13.56MHz及び300～450kHzのそれぞれ異なる2つの高周波電力を発生する。これら2つの高周波電力は整合回路10内部で合成されシャワーヘッド4に供給される。シャワーヘッド4には反応ガスを導入するための反応ガス導入管11が接続されている。反応ガス導入管は反応ガスの種類に応じた数だけ設けることが可能であり、それらは一本のガス導入管に統合されてシャワーヘッドに接続される。反応ガス導入管11の一端は反応ガスを流し込むための反応ガス流入ポート5を画成し、他端はシャワーヘッドにガスを流出するための反応ガス流出ポート7を画成する。反応ガス導入管の途中には質量流量制御器（図示せず）及びバルブ6が設けられている。

【0023】反応室2の内部には排気口20が設けられており、該排気口20は配管17を通じて真空排気ポンプ（図示せず）に接続されている。排気口20と真空ポンプとの途中には反応室2内部の圧力を調節するためのコンダクタンス調整バルブ21が設けられている。該コンダクタンス調整バルブ21は外部の制御装置22に電気的に接続され

ている。好適には反応室2内部の圧力を測定するための圧力計23が設けられ、該圧力計23は制御装置22に電氣的に接続されている。

【0024】次に、セラミックヒータ3について詳説する。図2は図1で使用されるセラミックヒータ3を拡大したものである。本発明に係るセラミックヒータ3は好適には直径220mm〜250mmで厚さ15mm〜25mmの円柱形セラミック基体13から成り、基板保持面31には窪みから成る凹部15が設けられている。凹部15は基板保持面31の周辺部から中心部にかけて傾斜する傾斜面24から成る。好適には傾斜面24は曲率半径約51000mmの球の一部から成るがそれ以外の曲率半径の球を使用することもできる。半導体基板9はその裏面の周縁部16でのみセラミックヒータと接触する。したがって半導体基板9とセラミックヒータとの接触は線接触となる。半導体基板9と基板保持面31の中心との間の距離Aは0.05mm〜0.3mmであるが、好適には0.1mm〜0.2mmである。処理される基板の直径に応じて傾斜面24の曲率半径を変えることにより距離Aを所定に値に維持することが可能である。

【0025】セラミックヒータ3の表面周辺部には半導体基板9を包囲するようにリング状のリップ32が設けられている。リップ32の上端33と半導体基板9の表面は同じ高さとなるように形成されている。これはシャワーヘッドからのプラズマ電位を同電位とすることによって一方へプラズマが集中するのを防止するためである。

【0026】セラミックヒータ3の内部には上記した発熱体26及び金属体27が埋設されている。高周波電極の一方を形成する金属体27は、基板保持面31と基板9との接触点から深さBの位置に埋設されている。深さBは0.5mm〜2mmであるが好適には0.7mm〜1.2mmである。

【0027】図3は本発明に係るセラミックヒータ3の他の実施例を示したものである。図2の実施例と異なる点は基板保持面31'が円錐形の窪み35から成る凹部15'を有する点である。半導体基板9はその裏面の周縁部16でのみセラミックヒータと接触する。半導体基板9と凹部15'の中心との距離Aは図2の実施例と同一である。

【0028】図4は本発明に係るセラミックヒータ3の他の実施例を示したものである。図2の実施例と異なる点は基板保持面31''が傾斜部36と平坦部37とから成る窪み39から成る凹部15''を有する点である。傾斜部36は好適には円錐面の一部であるが球面の一部でもよい。半導体基板9はその裏面の周縁部16でのみ傾斜部36と接触する。半導体基板9と平坦部37との距離Aは図2の実施例と同一である。この実施例によれば、半導体基板9の直径が300mm程度の大型基板の場合には、距離Aを小さくしても傾斜部36の傾斜を比較的大きくすることができる。

【0029】図5は本発明に係るセラミックヒータ3の他の実施例を示したものである。図5に記載のセラミックヒータ40は減圧熱CVD装置用に設計されたものである。したがって、プラズマ集中を防止するためのリップ

部が設けられていない。基板保持面31'''は好適には球面の窪みから成る凹部15'''を有する。凹部15'''は円錐面から成ることもできる。半導体基板9はその裏面の周縁部16でのみ基板保持面31'''と接触する。半導体基板9と凹部15'''との距離Aは図2の実施例と同一である。

【0030】

【実施例】以下、図1に示すプラズマCVD装置を使用して半導体基板上に窒化珪素膜を成膜した実験結果について説明する。

【0031】まず、セラミックヒータ3を抵抗発熱体26により600℃に保持し、半導体基板9を540℃から550℃に加熱した。配管5からSiH₄ガスとN₂ガスの混合ガスを導入しシャワーヘッド4より半導体基板9に向かって反応ガスを噴出した。反応室2の内部圧力は圧力計23により計測された圧力に基づき、コンダクタンス調整バルブ21の開度を制御装置22で制御することによって4〜9 Torrの範囲に一定に制御した。13.56MHzで400Wの高周波電力を整合回路10を通してシャワーヘッド4に印加し、シャワーヘッド4とセラミックヒータ3との間にプラズマ放電領域を形成した。

【0032】この実験の結果半導体基板表面に1分間で窒化珪素膜が100nm形成された。半導体基板をセラミックヒータ上に載置してから約20秒後に窒化珪素膜の形成が開始できた。半導体基板全体で膜厚のばらつきは±1.5%（最大値から最小値を減じその2分の1を平均値で除した値のパーセント表記）以下であり、本発明のセラミックヒータを使用することによって非常に均一な膜が形成されることがわかった。

【0033】

【効果】本発明に従う半導体基板保持装置によれば、半導体基板の裏面周縁部のみがセラミックヒータの凹部傾斜面と線接触することから熱は半導体基板の最外周部からのみ流入し中心方向へ移動するため、基板の反り若しくは歪みが生じることが無くなり、膜厚の均一な成膜処理を達成することができた。

【0034】また本発明に従う半導体基板保持装置によれば、半導体基板の裏面周縁部のみがセラミックヒータの凹部傾斜面と線接触することから基板の反り若しくは歪みが生じることが無く半導体基板の最外周部から中心方向へ熱が急速に移動するため、半導体基板を急速に所望の温度まで加熱し半導体製造装置の生産性を高めることができた。

【0035】さらに本発明に従う半導体製造装置によれば、半導体基板の裏面周縁部のみがセラミックヒータの凹部傾斜面と線接触すること及び表面周辺部にリップ部が形成されることから、半導体基板の脱落及びプラズマの異常放電が防止されプロセス的に安定な成膜処理を達成することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に従う基板保持装置を含むプラ

ズマCVD装置の断面略示図である。

【図2】図2は、図1の基板保持装置の拡大断面図である。

【図3】図3は、本発明に係る基板保持装置の他の実施例を示したものである。

【図4】図4は、本発明に係る基板保持装置の他の実施例を示したものである。

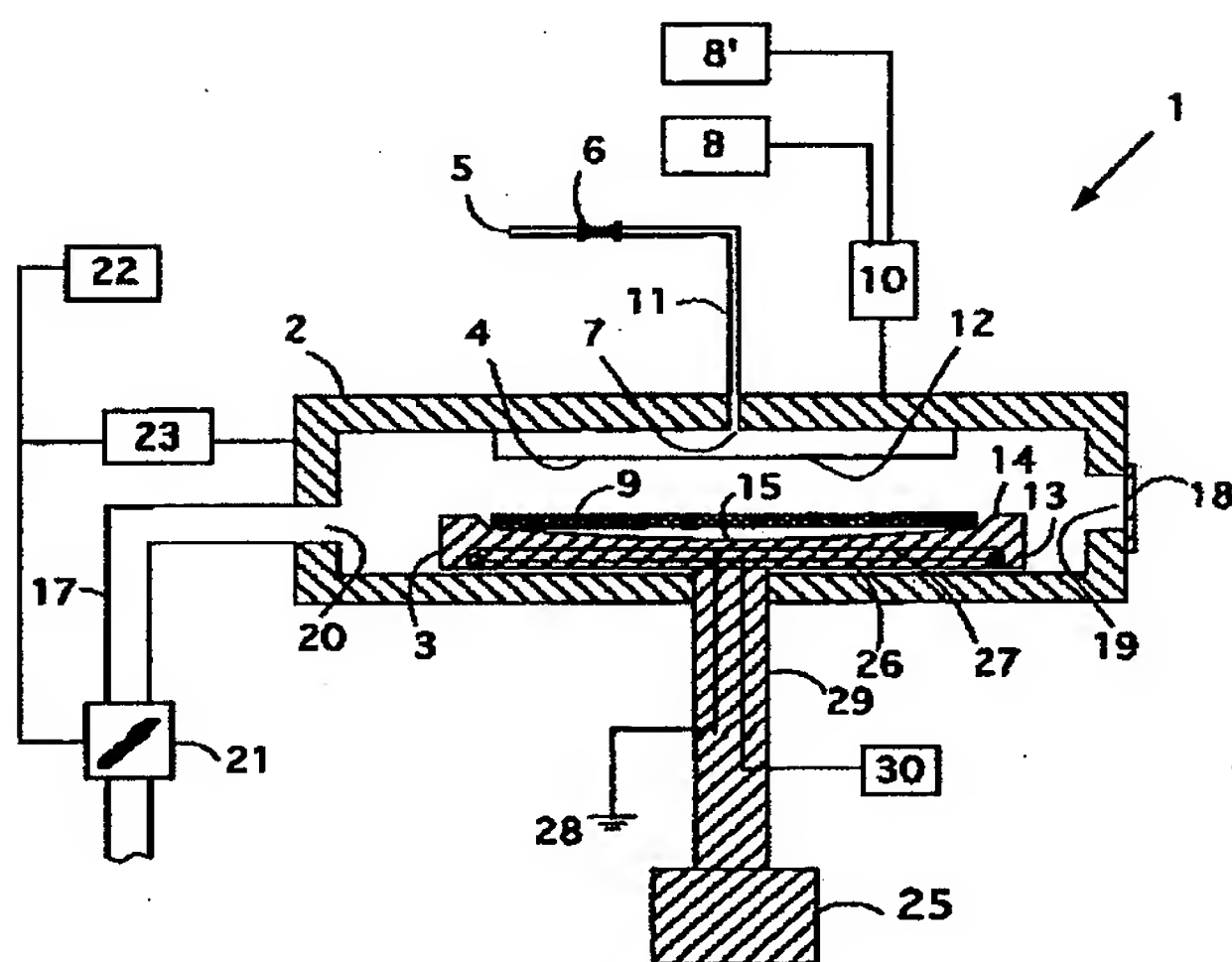
【図5】図5は、減圧熱CVD装置で使用する、本発明に従う基板保持装置の変形例である。

【符号の説明】

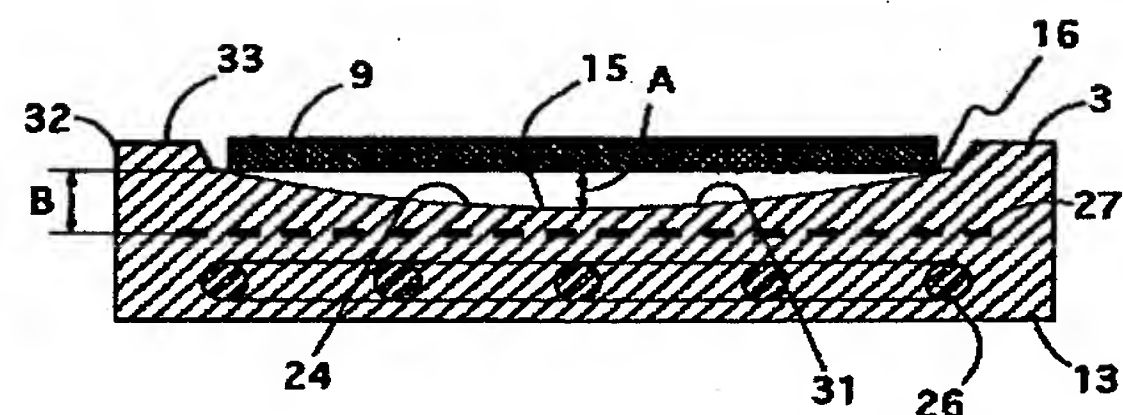
- 1 プラズマCVD装置
- 2 反応室
- 3 セラミックヒータ
- 4 シャワーヘッド
- 5 反応ガス流入ポート
- 6 バルブ
- 7 反応ガス流出ポート
- 8、8' 高周波発振器
- 9 半導体基板

- * 10 整合回路
- 11 反応ガス導入管
- 12 シャワーヘッドの下面
- 13 セラミック基体
- 14 セラミックヒータ表面
- 15 凹部
- 17 配管
- 18 ゲートバルブ
- 19 開口部
- 20 排気口
- 21 コンダクタンス調整バルブ
- 22 制御装置
- 23 圧力計
- 25 駆動機構
- 26 抵抗発熱体
- 27 金属体
- 28 接地
- 29 支持体
- * 30 温度制御器

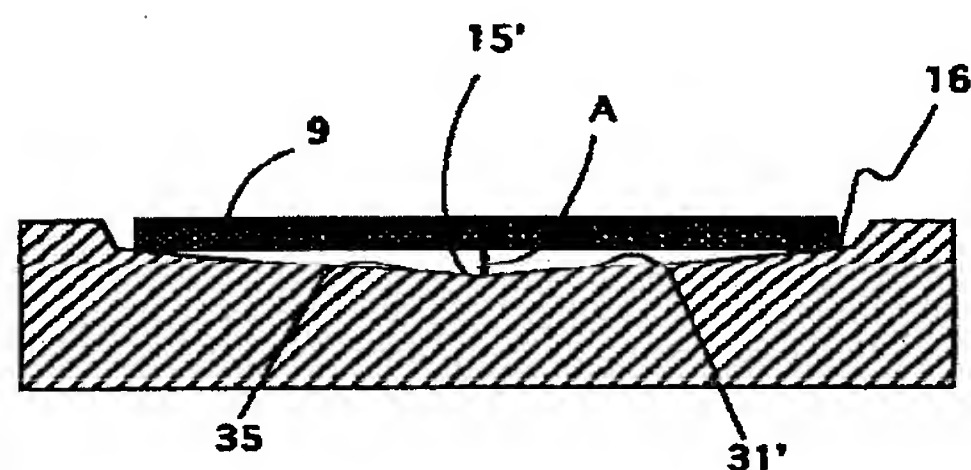
【図1】



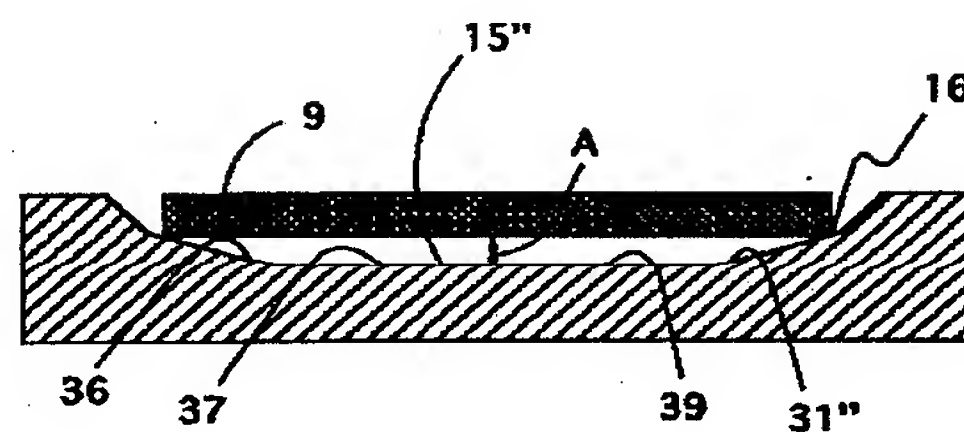
【図2】



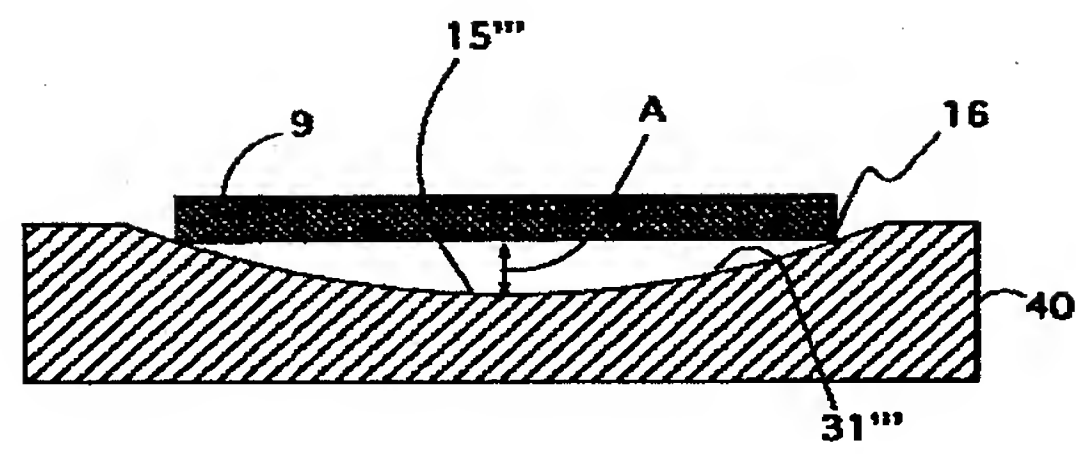
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K030 AA06 BA40 CA04 FA01 GA01
KA23 KA30
5F045 AA03 AA08 AB30 AB32 AB33
AB39 AB40 BB08 BB11 EK09
EM02

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-134484

(43)Date of publication of application : 10.05.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
C23C 16/458
H01L 21/205

(21)Application number : 2000-318994

(71)Applicant : ASM JAPAN KK

(22)Date of filing : 19.10.2000

(72)Inventor : SATO KIYOSHI
ARAI HIROTAKE

(54) SEMICONDUCTOR SUBSTRATE HOLDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To give a substrate-holding device for forming a film, having a uniform film thickness without the occurrence of warpages or distortions of a substrate.

SOLUTION: A semiconductor substrate is held in a reaction chamber for evacuation into vacuum and heating. A recess inclined from a periphery toward a central direction is provided on a substrate-holding surface of the substrate holding device, the substrate is held in a state, in which only the rear surface peripheral edge is contacted with the oblique surface of the recess, and the recess is formed so that the interval between the center and the substrate becomes a prescribed distance. The oblique surface of the recess may be preferably formed of a conical surface made of a part of a spherical surface.

